



**Tesis Monográfica Para Optar al Título de  
Ingeniero Eléctrico**

**Título**

**“Diseño Automático de Presión de Agua Para el Control de Varias  
Bombas Eléctricas Utilizando el PLC 230RC”.**

**Autores:**

- Br. Jorge Emilio Acevedo Chavarría 2014-0006U
- Br. Deyvi Areyson Narváez Duarte 2014-0599U

**Tutor:**

MSc.Ing. Sandro Chavarría

**Managua, Agosto 2019**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción .....	1
II.	Antecedente .....	3
III.	Justificación .....	4
IV.	Objetivos del Estudio .....	5
V.	Marco Teórico .....	6
5.1	Sistemas de bombeo .....	6
5.2	Componentes del sistema a presión constante .....	6
5.3	Motores .....	7
5.4	Calculo de las bombas y motores .....	8
5.5	Bombas eléctricas .....	8
5.6	Tubería y accesorios de succión .....	15
5.7	Tableros de control y potencia .....	15
5.8	Dispositivos de arranque para motores .....	17
5.9	Variadores de frecuencia .....	18
5.10	Sistema de Automatización de Bombeo .....	19
5.11	PLC Siemens S7 1200 .....	22
5.12	Programación del PLCs logo .....	23
VI.	Metodología de Trabajo .....	28
6.1	Recopilación de la información y trabajo de campo .....	29
6.2	Análisis de datos .....	29
6.3	Análisis de problemas potenciales .....	29
6.4	Búsqueda en el mercado local los equipos .....	29
6.5	Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema .....	29
VII.	Desarrollo de la propuesta .....	30
7.1	Problema planteado .....	30
7.2	Mando de bombas con Logo .....	30
7.3	Programa en Logo Soft .....	32
VIII.	Conclusiones .....	35
IX.	Bibliografía .....	35

## LISTA DE ABREVIACIONES Y UNIDADES DE MEDIDA

<b>PLC:</b>	Controlador lógico programable
AMPS	Amperios
HP	Caballos de Fuerza
H	Carga bruta del sistema
P	Presión
m/s	Metros por segundo
H	Carga bruta del sistema
Hb	Carga de la bomba
Q	Caudal volumétrico
C	Coeficiente de descarga
n	Eficiencia
psi	Libras por pulgada cuadrada
W	<i>Watts</i>
Hz	frecuencia
Ns	velocidad síncrona rpm
RPM	Revoluciones por minuto.
V	Voltio
VCA	Voltaje de corriente alterna
Pot	Potencia

---

## **I. Introducción**

Entre los diferentes sistemas de abastecimiento y distribución de agua en edificios e instalaciones, los sistemas de presión de agua han demostrado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas frente a otros sistemas; este sistema evita instalar tanques a grandes alturas.

Esto hace que la red hidráulica mantenga una presión excelente, mejorando el funcionamiento de lavadoras, filtros, regaderas, llenado rápido de depósitos en inodoros, operaciones de fluxómetros, riego por aspersión, entre otros; demostrando así la importancia de estos sistemas en diferentes áreas de aplicación. Así mismo evita la acumulación de sarro en tuberías por flujo a bajas velocidades.

El trabajo consiste en hacer de maniobrar un par de bombas con LOGO como esclavo para bus AS-i. El manejo y visualización en el puesto central lo realiza un SIMATIC S7-200 como Maestro de bus AS-i con un TD 200 conectado para mostrar mensajes por cada par de bombas.

Esta propuesta de diseño minimizará los riesgos y el factor de error humano, agilizando y controlando la operación de los equipos para el buen funcionamiento de dichos procesos dentro de la estación de bombeo, se proyecta diseñar, programar e implementar un sistema de control, que permitirá automatizar el sistema de bombeo.

Mediante la automatización de procesos para la presión de agua se proyecta conseguir la aplicación de nuevas tecnologías, las mismas que nos permiten encadenar operaciones mecánicas, informáticas y electrónicas. Optimizando el control y adquisición de datos necesarios para el mejoramiento continuo de la estación de bombeo, por tanto, se planea diseñar y programar un sistema en lazo cerrado, que permita controlar el nivel de agua.

---

Además de garantizar la presión constante del líquido, también garantizará menos desgastes en las bombas eléctricas y disminuirá los costos de la energía eléctrica, debido a la disminución de los continuos arranques y paros.

Además, todos los componentes de la bomba deben estar instalados correctamente y recibir un mantenimiento adecuado, para que se tenga la seguridad de que el sistema trabajará óptimamente y por largo tiempo.

En este trabajo se realizará el diseño eléctrico y el programa en logo Soft comfort para abastecimiento de agua, con la maniobra de las bombas eléctricas. El sistema en sí, tiene un enfoque del uso racional de la energía para la circulación constante del agua en cualquier edificación, basados en parámetros definidos por el marco normativo reglamentario vigente a nivel nacional cumpliendo con los requisitos arquitectónicos de las obras civiles, teniendo como propósito mejorar la gestión del consumo de agua y energía eléctrica, disminuyendo el impacto ambiental y económico que representa la utilización de estos recursos.

Se expone el análisis de diferentes alternativas de circulación de los diferentes tipos de aguas para lograr el mejor diseño del sistema eléctrico y de automatización de los motores del sistema de bombas, caracterizando componentes eléctricos y electrónicos de alta calidad teniendo en cuenta información importante acerca de los parámetros de los equipos de bombeo resaltando la importancia de sus curvas características, atendiendo las necesidades de ahorro energético.

Se obtuvo como resultado un sistema de bombeo automatizado, funcionando de manera eficiente, acorde a las necesidades del uso de aguas no potables, logrando optimizar el uso de las mismas.

---

## II. Antecedente

En la actualidad muchos sistemas cuentan con abastecimiento de agua por gravedad, en la que el agua cae por su propio peso desde un tanque elevado hasta los consumidores situados abajo. La energía utilizada para el desplazamiento es la energía potencial que tiene el agua por su altura, por lo tanto, se busca proponer un sistema para mejorar la presión de agua en sistemas de distribución.

En la actualidad debido a las exigencias del suministro adecuado de agua han surgidos diferentes necesidades de un buen sistema de abastecimiento y distribución de agua.

Por lo tanto, los sistemas hidroneumáticos han demostrado ser una opción eficiente y versátil, con grandes ventajas a otros sistemas; este sistema evita construir tanques elevados, colocando un sistema de tanques parcialmente llenos con aire a presión.

En el Centro de Documentación de la Facultad de Electrotecnia y Computación, no se encontraron temas sobre sistemas de presión de agua en PLC Logo, solo se encontró el siguiente trabajo monográfico que tienen cierta relación:

En el cual el profesor Ing. Juan González Mena de la Universidad Nacional de Ingeniería de Nicaragua presento como tutor del trabajo monográfico ***Diseño de control del arranque eléctrico de un sistema hidroneumático para el abastecimiento de agua utilizando alternancia de bombas eléctricas***. En este trabajo se realizará el diseño eléctrico del sistema hidroneumático para abastecimiento de agua, con alternancia de las bombas eléctricas.

---

### **III. Justificación**

Es importante señalar que uno de nuestras motivaciones principales es el hecho de desarrollar un sistema para mejorar la presión de agua de uso común, teniendo en cuenta que la lógica que se maneja es elaborada por nuestro criterio, respetándose claramente los sistemas que ya se conocen en los diseños de sistemas hidroneumáticos o por gravedad, pero no con el comportamiento exacto, porque creemos que no hay dos sistemas que lleven la misma lógica.

En la actualidad la carrera de ingeniería eléctrica cuenta con el laboratorio de máquinas eléctricas donde se encuentran módulos de Automatización que es el medio propicio para que se lleve a cabo el proceso de aprendizaje de materias impartidas en el plan de estudio como lo son accionamiento eléctrico, sistemas de control, maquinas eléctricas.

Con el fin de promover el legado de enseñanza y para contribuir a que el estudiantado posea las herramientas necesarias para una formación integral, una de las formas más eficientes en la consolidación del conocimiento es mediante la realización de un estudio teórico de la información con una posterior aplicación en la práctica de la misma.

Con el nuevo diseño propuesto de control del sistema automático de bombeo para el abastecimiento de agua mediante el uso de bombas eléctricas utilizando PLC Logo se busca que el sistema cumpla con las necesidades de suministro constante del servicio de agua, ante la falla de presión del sistema de distribución de agua convencional o el previo mantenimiento de las mismas.

Se benefician los estudiantes y profesores ya que el resultado del estudio una vez desarrollado, puede ser el punto de partida para un próximo trabajo de tesis.

---

## **IV. Objetivos del Estudio**

### **Objetivo General**

- Diseñar un sistema automático de presión de agua para el control de varias bombas eléctricas mediante el uso del PLC 230RC.

### **Objetivo Específico**

- Describir el funcionamiento y los elementos principales de un sistema bombeo y sus tipos de bombas.
- Determinar el tipo de bomba a utilizar con base al PLC RC230
- Utilizar el software logosoft comfort para elaborar el programa del diseño de control de presión de agua y simularlo.
- Estudiar el Relé programable RC 230 y sus principales características y aplicaciones.



---

## **V. Marco Teórico**

### **5.1 Sistemas de bombeo**

Un sistema de bombeo consiste en un conjunto de elementos que permiten el transporte a través de tuberías y el almacenamiento temporal de los fluidos, de forma que se cumplan las especificaciones de caudal y presión necesarias en los diferentes sistemas y procesos. [2]

### **5.2 Componentes del sistema a presión constante**

El Sistema Hidroneumático deberá estar construido y dotado de los componentes que se indican a continuación: [2]

- Un tanque de presión, el cual consta entre otros de un orificio de entrada y otro de salida para el agua.
- Un numero de bombas acorde con las exigencias de la red (una o dos para viviendas unifamiliares y dos o más para edificaciones mayores).
- Interruptor eléctrico para detener el funcionamiento del sistema, en caso de faltar el agua en el estanque bajo (Protección contra marcha en seco).
- Llaves de purga en las tuberías de drenaje.
- Válvula de retención en cada una de las tuberías de descarga de las bombas al tanque Hidroneumático.
- Conexiones flexibles para absorber las vibraciones.
- Llaves de paso entre la bomba y el equipo hidroneumático; entre este y el sistema de distribución.
- Manómetro.
- Válvula de seguridad.
- Dispositivo para control automático de la relación aire/agua.
- Interruptores de presión para arranque a presión mínima y parada a presión máxima, arranque aditivo de la bomba en turno y control del compresor.

- 
- Indicador exterior de los niveles en el tanque de presión, par a la indicación visual de la relación aire-agua.
  - Tablero de potencia y control de los motores.
  - Dispositivo de drenaje del tanque hidroneumático, con su correspondiente llave de paso.
  - Compresor u otro mecanismo que reponga el aire perdido en el tanque hidroneumático.
  - Filtro para aire, en el compresor o equipo de inyección.

### **5.3 Motores**

Los motores para bombas se clasifican en dos grupos principales: de combustión y eléctricos. [5]

#### **A. Motores eléctricos. -**

Estos motores utilizan la corriente eléctrica como fuente exterior de energía. Los más empleados en abastecimiento de agua son los de velocidad constante. Es decir, se puede considerar únicamente los dos tipos siguientes:

- a) Motor síncrono de velocidad rigurosamente constante, dependiente del número de polos y al ciclaje o frecuencia de la línea de alimentación.
- b) Motor de inducción, es decir, asíncrono con velocidad dependiente al valor de la carga. [5]

---

## 5.4 Cálculo de las bombas y motores

La potencia de la bomba podrá calcularse por la fórmula siguiente: [6]

$$HP = \frac{Q(lps) * H(metros)}{76 * n(\%)100}$$

Dónde:

HP = Potencia de la bomba en caballos de fuerza.

Q = Capacidad de la bomba.

H = Carga total de la bomba (ADT).

n = Eficiencia de la bomba, que a los efectos del cálculo teórico se estima en 60%.

Los motores eléctricos que accionan las bombas deberán tener, según las normas oficiales vigentes, una potencia normal según las fórmulas siguientes:

HP (motor) = 1,3 \* HP (bomba) para motores trifásicos

HP (motor) = 1,5 \* HP (bomba) para motores monofásicos

## 5.5 Bombas eléctricas

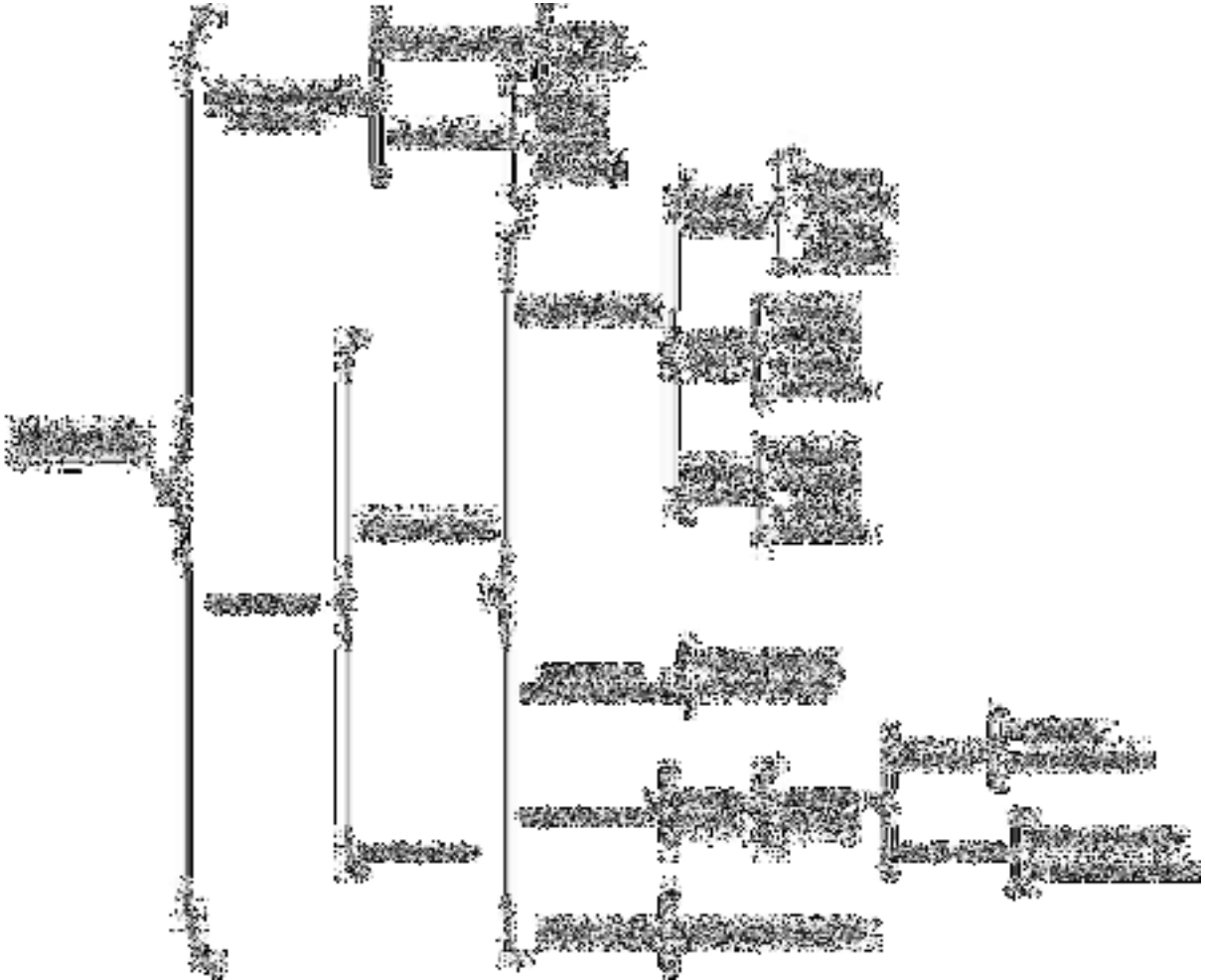
Siempre que tratemos temas como procesos químicos, y de cualquier circulación de fluidos estamos, de alguna manera entrando en el tema de bombas.

El funcionamiento en sí de la bomba será el de un convertidor de energía, o sea, transformará la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido.

---

Existen muchos tipos de bombas para diferentes aplicaciones. Los factores más importantes que permiten escoger un sistema de bombeo adecuado son: presión ultima, presión de proceso, velocidad de bombeo, tipo de fluidos a bombear (la eficiencia de cada bomba varía según el tipo de fluido). [6]

a) clasificación de bombas



## b) Tipos de bombas

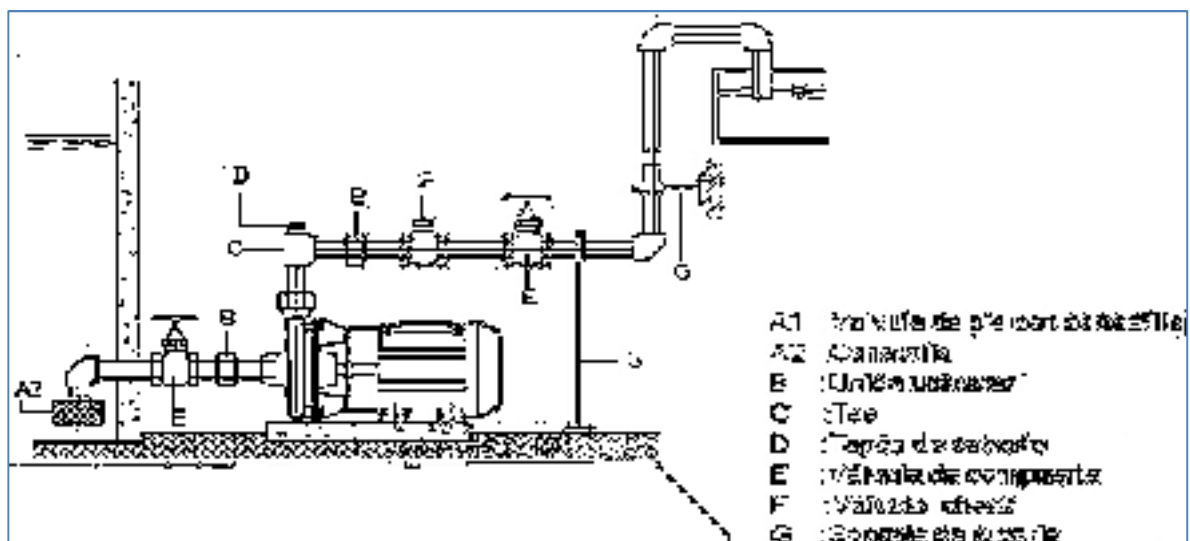
Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son las bombas centrífugas, horizontales y verticales, y las bombas sumergibles

### ➤ Bombas centrífugas horizontales

Son equipos que tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Tienen la ventaja de poder ser instaladas en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, lo cual permite ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc. [8]

Este tipo de bomba se debe emplear en cisternas, fuentes superficiales y embalses. Por su facilidad de operación y mantenimiento es apropiado para el medio rural. Su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional.

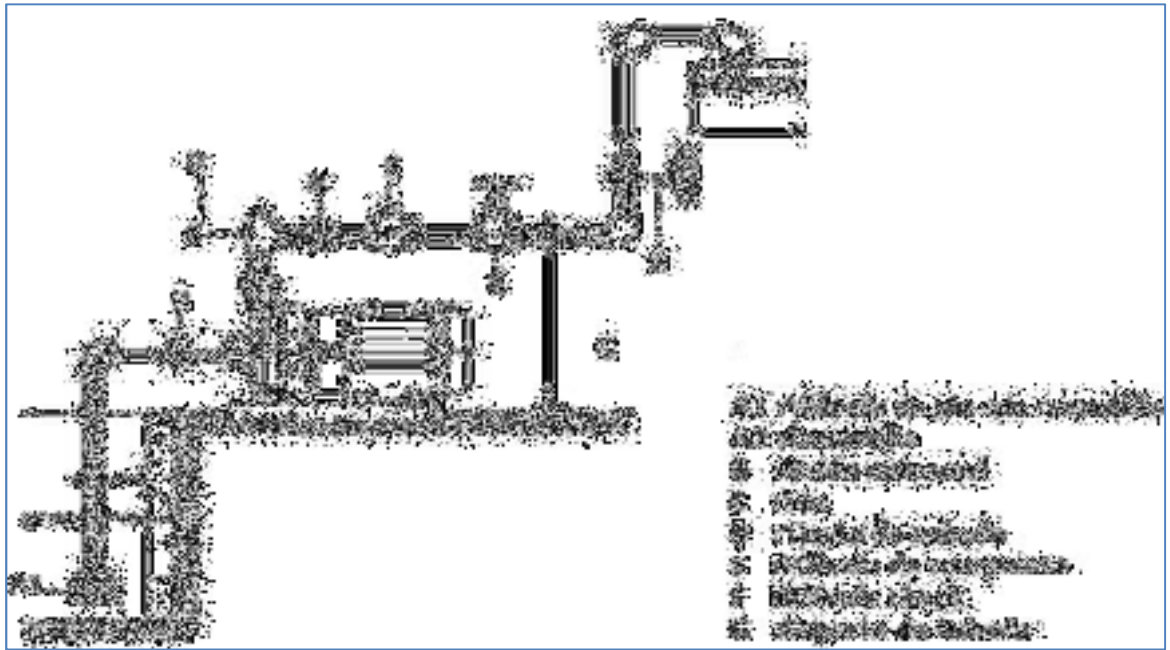
Se pueden clasificar, de acuerdo a la posición del eje de la bomba con respecto al nivel del agua en la cisterna de bombeo, en bombas de succión positiva como en la Figura.



*Bomba centrífuga de succión positiva*

---

Las bombas de succión negativa como se muestra en la siguiente **Figura**. Si la posición del eje está sobre la superficie del agua, la succión es positiva y en la situación inversa la succión es negativa



*Bomba centrífuga de succión negativa*

---

De acuerdo a las variantes constructivas, estos equipos se pueden clasificar en los siguientes:

### **Bombas Monobloc**

Son equipos sencillos que forman un conjunto compacto con su electromotor. Tienen una caja compacta integral, en los tamaños pequeños, y/o partida verticalmente en los de gran tamaño. La succión es axial y la descarga tangencial. Los modelos pequeños tienen conexión de succión y descarga roscada y los modelos más grandes, a bridas.

Tienen dos impulsores cerrados que pueden trabajar en serie o en paralelo. Este tipo de bombas es adecuado para pequeñas instalaciones, cuya potencia no sea mayor a 10 HP.

### **Bombas de silla**

Son equipos algo más complicados porque tienen cuatro partes distintas:

- La carcasa de la bomba, sujeta en voladizo a un soporte especial o silla, que a su vez sirve de soporte al eje de la bomba.
- Un motor eléctrico.
- Una base metálica común.
- Un acoplamiento elástico para los ejes.

Estas bombas también tienen dos impulsores, que pueden ser iguales o diferentes y trabajar en serie o en paralelo.

### **Bombas de caja partida horizontal.**

En estos equipos la caja de la bomba está dividida en dos partes según un plano horizontal que pasa por el eje de la misma. Generalmente son construidas de tamaño grande. Pueden tener dos o más impulsores, pero por lo general tienen solo

---

uno de gran tamaño y de doble entrada, lo que obliga a bifurcar tanto la conexión de la succión como la descarga. Este tipo de bombas es adecuado para emplearlas en medias y grandes casetas de bombeo

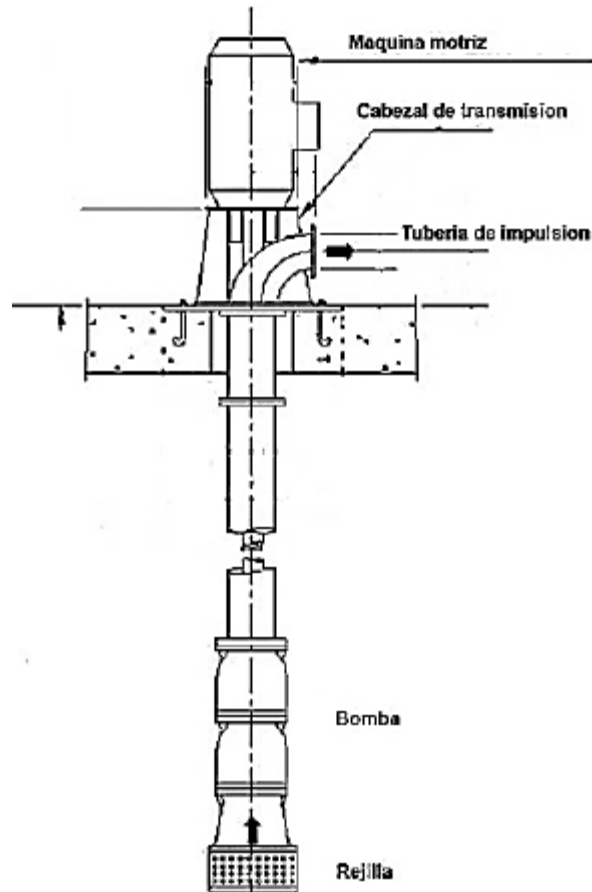
### **Bombas centrifugas verticales.**

Son equipos que tienen el eje transmisión de la bomba en forma vertical sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducirlas en las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

Una unidad de bombeo de un pozo consta seis partes principales en la figura, que son:





*Bomba centrífuga de eje vertical*

- la máquina motriz,
- el cabezal de transmisión,
- eje de transmisión,
- la columna o tubería de impulsión,
- la bomba, y
- la tubería de succión

### **Bombas sumergibles**

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

---

## **5.6 Tubería y accesorios de succión.**

La tubería de succión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, etc. y siempre ascendente hasta alcanzar la bomba. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

### **Válvulas**

Las válvulas son una parte muy importante del diseño de sistemas de tuberías. Sus funciones principales son el cierre y la regulación.

La selección de la válvula más adecuada en cada caso puede llegar a ser bastante complicada, debido a la gran variedad de modelos y precios que existen en el mercado

Entre las válvulas que se pueden numerar tenemos:

- Válvulas de compuerta
- Válvulas de mariposa
- Válvulas esféricas y cónicas
- Válvulas de globo y aguja
- Válvulas anti retorno
- Válvulas de membrana
- Válvulas reguladoras de presión
- Válvulas limitadoras de presión
- Etc.

## **5.7 Tableros de control y potencia**

Con la finalidad de controlar el sistemas de bombeo, se implementan tableros de control y potencia, el cual tiene un conjunto de elementos (contactores, relés, térmicos, gabinetes entre otros) que van acorde a las normativas referentes a instalaciones eléctricas.

---

Estos tableros son instalados para que proporcionen el correcto funcionamiento del equipo, desde su encendido, apagado, detección de altas y bajas tensiones, caídas de fases entre otros parámetros que puedan interferir con el funcionamiento correcto del sistema de bombeo, automatizados con el uso de un PLC programable. [1]

## **1. Importancia de los elementos de protecciones**

Las protecciones eléctricas son de vital importancia en los motores, generadores, transformadores, centros de control de motores, alimentadores de ramales Eléctricos, cables, y otros dispositivos empleados en las instalaciones eléctricas de cualquier empresa, industria o comercio.

Los motores, los generadores y los transformadores son unos de los tantos equipos eléctricos que deben de ser protegidos contra eventos no deseados como sobre corrientes o cortocircuitos, es allí donde las protecciones les corresponden actuar para evitar daños catastróficos en los mismos. [1]

Por tal razón una instalación bien diseñada posee un buen sistema de protecciones eléctricas.

La protección es un seguro de vida que se compra para el sistema de potencia a un costo extremadamente bajo. Un proceso de protección puede resumirse en tres etapas como lo son:

- Lectura de corrientes y / o tensiones.
- Analizar si esos valores son o no perjudiciales al sistema.
- Si son perjudiciales, desconectar la parte de la falla en el menor tiempo posible.

Se logran resaltar fallas en los sistemas eléctricos como cortocircuito, sobrecarga, insuficiente capacidad de generación y sobre tensiones.

## **2. Requisitos para una protección**

---

A continuación, se definen conceptos importantes que se deben tener en cuenta al momento de dimensionar las protecciones eléctricas. [1]

**Confiabilidad:** Ser capaz de actuar en cualquier momento que sea necesario, esto es, siempre que ocurra una falla o sobre corriente parasita en cualquier diseño.

La protección contra cortocircuito, por ejemplo debe discriminarse entre corrientes de sobrecargas y corriente de cortocircuito. Para obtener una buena confiabilidad, es fundamental realizar un adecuado mantenimiento preventivo, para ello, el aparato debe ser sencillo, facilitando de esta manera su revisión o cambio.

**Rapidez:** Actuar tan pronto como sea posible, un tiempo antes que las cantidades de fallas (voltajes o corrientes) hayan dañado o afectado el funcionamiento los aparatos a proteger en el circuito.

**Selectividad:** La protección de un sector debe actuar teniendo en cuenta que zona se quiere proteger, que porcentaje del circuito va estar censando y en caso de falla actué en el sector adecuado para facilitar el análisis de selectividad, esto se acostumbra para dividir el sistema en zonas. [1]

## 5.8 Dispositivos de arranque para motores

Existen básicamente 3 tipos de arranques a la hora de accionar un motor eléctrico.

### A. Arranque directo.

Consiste en alimentar directamente los bornes del motor a pleno voltaje, eso si a través de los dispositivos de protección y accionamientos antes mencionados.

---

Generalmente este tipo de arranques es usado en motores de baja potencia debido a que si se usa en motores de potencias grandes se generan corrientes de arranques elevadas de alrededor de 3 a 15 veces la corriente nominal que pueden dañar el equipo y la red.

### **B. Arranque estrella-triángulo.**

El objetivo principal es reducir las corrientes de arranque al momento de encender el motor, teniendo conectadas sus bobinas inicialmente en la configuración de estrella. Generalmente esta corriente se reduce 3 veces respecto a la corriente de arranque directo debido al tipo de conexión mencionado siendo de 1 a 5 veces la corriente nominal al arranque.

Luego de cierto tiempo, y mediante una configuración de contactores y relevos, se conectan los arrollamientos del motor en triángulo para que trabaje en sus parámetros nominales.

### **C. Arranque suave**

En un arranque suave un dispositivo (**soft starter**) reduce el exceso de corriente durante el encendido. Es un dispositivo de estado sólido de arranque encargado de regular la aceleración del motor partiendo de un voltaje reducido, haciendo aumento progresivo hasta llegar a la tensión de trabajo permitiendo un arranque suave reduciendo el pico de corriente. [7]

## **5.9 Variadores de frecuencia**

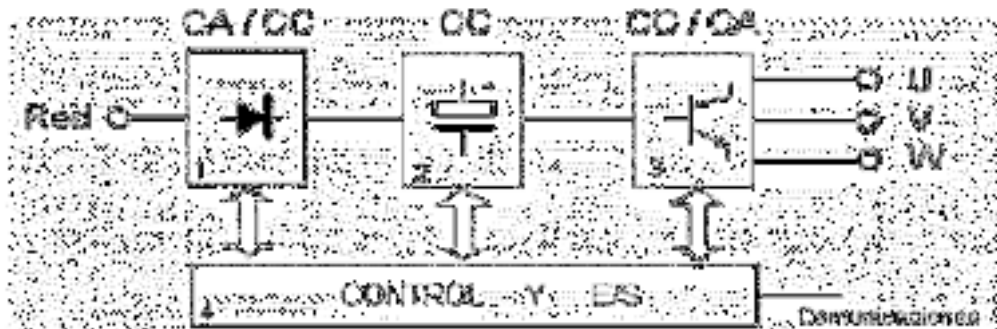
Se trata de dispositivos electrónicos, que permiten el control completo de motores eléctricos de inducción; los hay de corriente continua (c.c.) (variación de la tensión), y de corriente alterna (a.c.) (variación de la frecuencia); los más utilizados son los

de motor trifásico de inducción y rotor sin bobinar (jaula inversores ver **Figura**) o variadores de velocidad. [5]



### Diagrama en bloques de un variador. -

El diagrama de bloques que aparece en la **Figura se** encuentra algunos elementos que son mencionados a continuación:



## 5.10 Sistema de Automatización de Bombeo

Estos pueden contar con interruptores extraíbles o fijos con arrancadores directos y suaves. Así mismo, se ofrece una gran variedad de instrumentación como son

---

sensores y switches de flujo, nivel, presión, turbiedad, pH, cloro residual, conductividad.

### **Centro de Control de Motores Fijo.**

Consiste en colocar en un armario los arranques suaves, arranques directos, variadores de velocidad u otros elementos eléctricos de montaje fijo.

### **Centro Control de Motores Extraíbles.**

Permite tener el arranque de motores en carros extraíbles los cuales pueden ser intercambiables con carros de otras celdas que tengan la misma potencia.

### **Elementos para el sistema de control.**

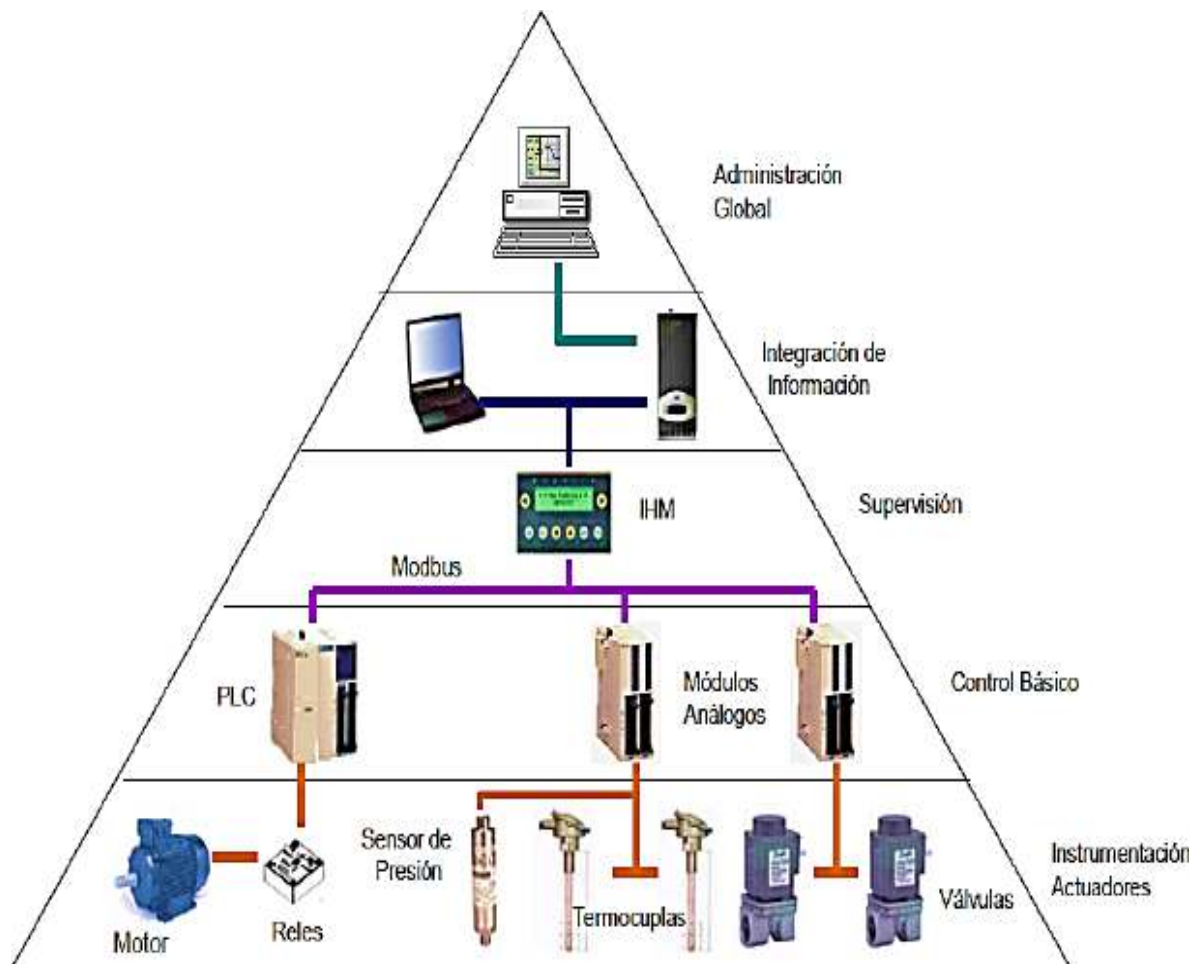
Los elementos esenciales que aparecen en un sistema de control por realimentación son: primero, un elemento que mide las variables de estado ("output"); segundo, un medio de comparar esa salida con el valor deseado para la misma; y tercero, un método de realimentar esta información a la entrada (variables de control) de tal forma que se minimiza la desviación de la salida respecto al nivel deseado.

Los sistemas o procesos de control suelen ser representados de modo conveniente mediante diagramas funcionales en los que se visualiza el papel de cada uno de los órganos del sistema.

### **Pirámide de Automatización**

---

Cuando se plantea una tarea de control, es necesario pensar en la interacción fluida de los componentes de la pirámide de la automatización según la figura en este caso específico se trata de la relacionar niveles de dicha pirámide



Niveles de la Pirámide de Automatización

### Instrumentación y actuadores:

En esta etapa se cubre el funcionamiento del sensor necesario para la automatización de la estación, el cual es un sensor ultrasónico de nivel



---

## 5.11 PLC Siemens S7 1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto ver **Figura**, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7- 1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. [4]

### **Estructura de Hardware del S7-1200.-**

El hardware completo SIMATIC S7-1200 incorpora clips para un montaje rápido y fácil en perfil DIN de 35mm. Además, estos clips integrados son extraíbles, lo que significa que pueden funcionar como taladros de montaje en caso de no utilizarse perfil soporte. [4]

---

## 5.12 Programación del PLCs logo

El editor Logo Soft Comfort utiliza diagrama KOP (diagrama escalera o símbolos eléctricos), existen otros 2 tipos de diagramas eléctricos como los son el AWL (lista de instrucciones) y el FUP (símbolos lógicos).

El editor funciona más que nada como el enlace entre el programa y el PLC, tanto las entradas y salidas se pueden ver en la computadora y determinar que contactos se van cerrando o el tiempo que lleva un timer trabajando, esto facilita mucho el modo de operación, porque es fácil saber la causa de que exista un error o qué es lo que está fallando en los contactos físicos (sensores, botones, interruptores, etc.).  
[4]

### A. Que es logo

Es un módulo lógico universal para la electrotecnia, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gastos."

"Mediante LOGO! se solucionan tareas o funciones en las técnicas de instalaciones en edificios y en la construcción de máquinas y aparatos (p.ej controles de puertas, ventilación, bombas de aguas, etc.)".

Ideales para solucionar pequeños problemas de automatismos en instalaciones domésticas donde un autómatas puede parecer un exceso.

Toda la programación se realiza, de una forma bastante sencilla, con las 6 teclas que están situadas en su frontal. La visualización del programa, estado de entradas y salidas, parámetros, etc, se realiza en una pequeña pantalla LCD de forma gráfica.

La intensidad permanente en los bornes de salida varía según el modelo, siendo en todos los casos inferior a 10 A, por lo tanto, si el poder de corte que necesitamos es mayor, están disponibles unos contactores auxiliares, a 24 ó 230v, de hasta 25A, que puede ser alojado directamente en el raíl del cuadro de protección.

---

¡El modelo LOGO! 230 RLB dispone de una entrada para el bus ASi (Interface Actuador Sensor) y puede conectarse como esclavo junto a un autómatas de la serie S7-200.

¡Todos los modelos de LOGO! permiten ser conectados a un PC con un cable especial que distribuye la propia Siemens. ¡Curiosamente este cable cuesta tanto como los Logo! más económicos.

La programación se realiza en un lenguaje gráfico de puertas lógicas. Los que conozcan el Step 5 apreciarán el parecido con el modo FUP de los autómatas S5.

Las funciones básicas (and, or, nand, nor, etc...) son idénticas en todos los modelos. Las funciones especiales, como relojes, temporizadores, etc, están limitadas en alguno de los modelos de gama baja, por lo tanto, ¡se hace imprescindible consultar las características para saber si el Logo! adquirido puede realizar lo que teníamos previsto. [4]

- **Existen 3 modos de funcionamiento:**
  - **Modo programación** - Para elaborar el programa
  - **Modo RUN** - Para poner en marcha el Logo
  - **Modo parametrización** - Para modificar los parámetros de algunas de las funciones, tiempo, computo, relojes, etc.

El modo parametrización resulta muy interesante ya que permite al usuario realizar los ajustes de la instalación sin modificar el programa.

El técnico, en **modo programación**, decidirá cuales son los parámetros que el usuario pueda cambiar. Es decir que, si desea que el tiempo de un temporizador no sea modificado, se puede configurar dicho bloque para que no esté disponible en la parametrización.

Las principales ventajas que aporta este software con respecto a la programación directa en el aparato son:

- 
- Permite imprimir y visualizar los esquemas programados.
  - Permite la simulación, de forma gráfica, ¡para comprobar el funcionamiento del circuito sin estar conectado al LOGO! Las entradas se pueden definir como pulsadores o interruptores.
  - Los pequeños cartuchos de memoria EEPROM pueden ser programados directamente con el PC en conexión directa con el cable.
  - Los programas se pueden almacenar en disco en formato de fichero.
  - Las entradas y salidas tienen la posibilidad de etiquetarse con comentarios.
  - La Ayuda es un estupendo manual de usuario en el que podemos aclarar cualquier duda de programación. ¡Incluyendo las características técnicas de todos los modelos de LOGO! disponibles en la actualidad.

### **Limitaciones relacionadas con la capacidad de almacenamiento y magnitud del circuito:**

Entre una salida y una entrada es posible prever hasta 7 bloques en serie.

Un programa no puede tener más de 30 bloques. Si se utilizan varias funciones especiales el número de bloque se reduce correspondientemente. [4]

### **B. Funciones Generales**

Las operaciones combinacionales más comunes se realizan con los bloques de funciones básicas, conexión serie, paralelo, negación, etc.

Todas las funciones AND, OR, XOR, NAND y NOR tienen tres entradas y una salida. La función inversora, NOT, tiene una entrada y una salida. Y la función OR exclusiva (XOR) posee dos entradas y una salida.

### **C. Funciones Especiales**

- Temporizador con retardo a la conexión

---

Activa la salida Q una vez que ha transcurrido el tiempo programado.

- Temporizador con retardo a la desconexión

Desactiva la salida una vez transcurrido el tiempo programado. El temporizador se pone en marcha en flanco descendente.

- Relé de impulsos

Tiene el mismo funcionamiento que un telerruptor. La salida cambia de estado, de 0 a 1, cada vez que cambia la señal en la entrada Trg.

- Reloj

Permite controlar los instantes de activación y desactivación de la salida en un día de la semana y a una hora determinada con la precisión de un minuto.

- Relé de automantenimiento

Función biestable R-S. Permite realizar la función paro-marcha típica de los automatismos a contactores. La situación no permitida  $R=1$   $S=1$  se soluciona dando preferencia a R.

- Generador de pulsos

Genera pulsos de reloj a intervalos iguales. Funcionamiento similar a un intermitente.

- Temporizador a la conexión con memoria.

De funcionamiento similar al temporizador a la conexión, pero con la característica que no es necesario mantener la señal en Trg para que el temporizador funcione.

La sistematización y clasificación de los planos eléctricos facilita el estudio y la diferenciación de los mismos.

---

Por principio, los planos, los diagramas y los esquemas eléctricos se dibujan en estado de reposo. Esto significa que se dibujan sin tensión aplicada o bien sin que circule la corriente y las piezas mecánicas sin accionar. [4]

---

## **VI. Metodología de Trabajo**

El presente proyecto es una investigación de tipo aplicada, ya que admite analizar y resolver una realidad, necesidad o problema, se hace una propuesta del sistema de control para el funcionamiento de un sistema de presión de agua para el abastecimiento utilizando bombas eléctricas gobernadas por un PLC, así como las alternativas de solución para la implementación del nuevo sistema automatizado, criterios que se tienen que considerar para poder ser aplicados en cualquier sistemas ya sea por gravedad e hidrostático .

### **Modalidad de la investigación**

#### **De campo**

La investigación de campo porque es necesario conocer el funcionamiento de un sistema similar y poder mejorarlo, por tanto, permite reunir información importante sobre los principales problemas e inconvenientes que presenta actualmente en la estación de bombeo de agua debido al ineficiente control del nivel de presión y cisterna.

#### **Aplicada**

Esta investigación asumió la característica de aplicada ya que se implementó y monitoreó el alcance del mismo, brindando así el control del sistema de bombeo de la estación de bombeo Miraflores.

**Bibliográfica** Se sustentó la base teórica de la investigación, mediante consultas a: fuentes bibliográficas, textos, catálogos de dispositivos, revistas tecnológicas, apuntes de operario, documentos varios, así como también fuentes informáticas válidas para nuestro propósito

---

## **6.1 Recopilación de la información y trabajo de campo**

El objetivo es identificar los aspectos que permiten medir cada proceso, recopilar y clasificar los datos que afectan el buen funcionamiento de la circulación de agua constante en el abastecimiento.

## **6.2 Análisis de datos**

Una vez que la información ha sido recopilada en los pasos anteriores del estudio, la información deberá ser capturada y ordenada para proceder a su análisis, datos. Con la finalidad de identificar las áreas de oportunidad para mejorar el proceso de circulación constante que ofrezca una mejor presión.

## **6.3 Análisis de problemas potenciales**

Identificar cualquier problema potencial de abastecimiento constante que permita disminuir fallas y darle la solución más adecuada para evitar posibles paradas de las bombas eléctricas.

## **6.4 Búsqueda en el mercado local los equipos**

De acuerdo a la teoría desarrollada y a las necesidades que presente la planta se necesita la búsqueda empresas distribuidoras de elementos de control y protección para la evaluación de las propuestas.

## **6.5 Elaborar el informe del estudio para la implementación del sistema**

El paso final es el de preparar un informe que contenga las observaciones y conclusiones de la propuesta del nuevo sistema de control por PLC para el funcionamiento del sistema a presión de abastecimiento de agua utilizando varias bombas eléctricas, haciendo énfasis en las oportunidades de la mejora de los procesos e incluso ahorro de energía.



---

## **VII. Desarrollo de la propuesta**

### **7.1 Problema planteado**

Se desea mandar con Logo PLC, dos bombas responsables del nivel de llenado en un depósito. Según el nivel de llenado se desea que estén en funcionamiento una o dos bombas. El nivel de llenado en cuestión se capta mediante tres sensores de nivel de llenado. Para que las bombas trabajen soportando una carga uniforme, se conmuta entre las distintas bombas después de un período de marcha especificado.

### **7.2 Mando de bombas con Logo**

La solución LOGO

Si actúan los dos primeros sensores de nivel de llenado en I1 e I2, debe arrancar la primera bomba en Q1 después de un breve tiempo de retardo de 2 segundos. Si actúa el tercer sensor de nivel de llenado en I3, debe arrancar también la segunda bomba en Q2 (después de un tiempo de retardo de 2 segundos). El hecho de si deben trabajar una o dos bombas se determina mediante la marca M1 o bien M2.

Al cabo de un tiempo de marcha de la primera bomba de 2 horas se cambia automáticamente a la segunda. El tiempo de marcha se capta mediante el contador de horas de funcionamiento.

La conmutación se realiza mediante el flip flop RS (bloque 17). Lo mismo ocurre cuando la segunda bomba ha estado durante 2 horas en marcha. Mediante el contador de horas de funcionamiento puede leerse el tiempo total de marcha de las bombas.

Para poder arrancar una bomba, se verifica la presión del sistema (en I4). Si ésta no se ha alcanzado antes de transcurridos 5 segundos, ambas bombas trabajan hasta que se alcanza el nivel más bajo (sensor de nivel de llenado 1).

---

Al mismo tiempo se envía una señalización de fallo a Q3 (luz intermitente) y a Q4 (luz permanente). Las bombas y el mensaje de fallo pueden reiniciarse también manualmente mediante I5.

### **Componentes utilizados**

- p. ej. LOGO! 230RC (...0BA1)

I1 Sensor de nivel de llenado 1 (contacto NA)

I2 Sensor de nivel de llenado 2 (contacto NA)

I3 Sensor de nivel de llenado 3 (contacto NA)

I4 Presostato (contacto NA)

I5 Reiniciar (contacto NA)

Q1 Bomba 1

Q2 Bomba 2

Q3 Señalización fallo Luz intermitente

Q4 Señalización fallo Luz permanente

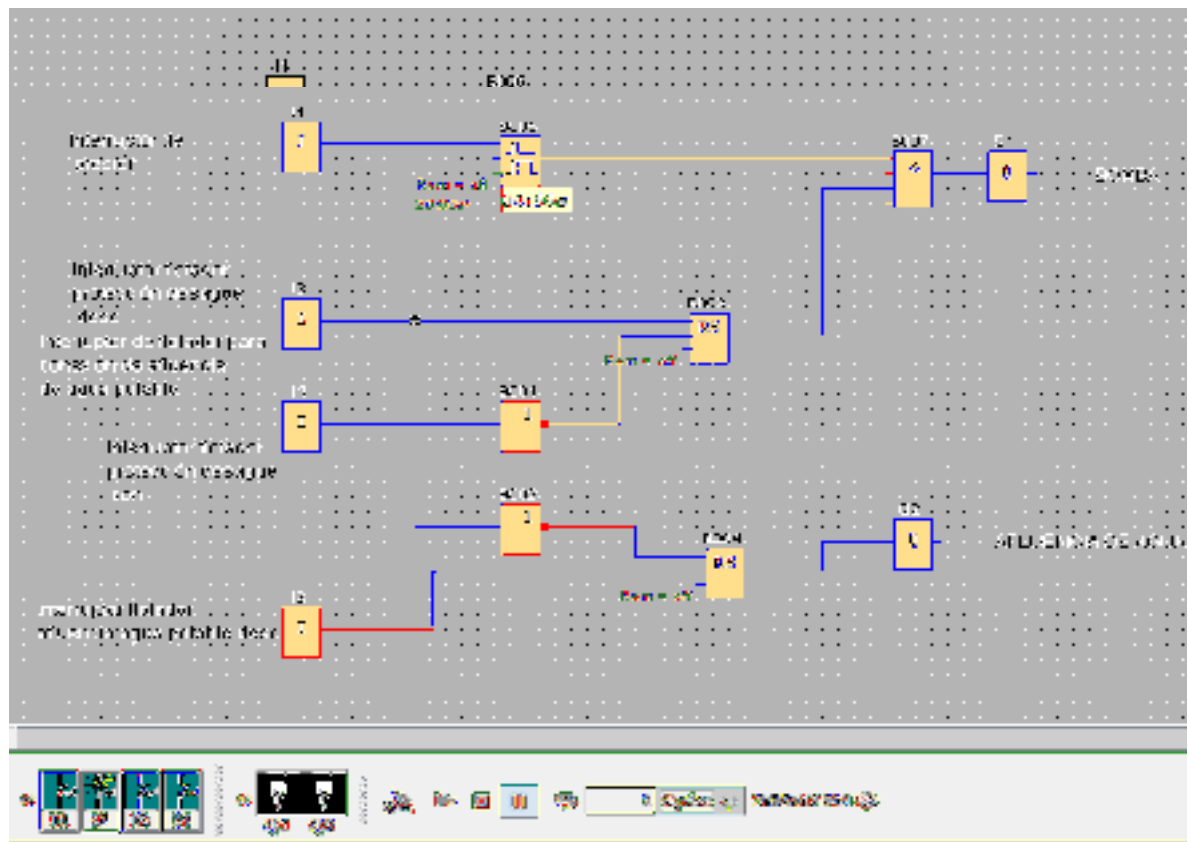
### **Ventajas y particularidades**

Esta solución supone un coste muy inferior y es mucho más flexible que la solución convencional o la solución electrónica a medida.

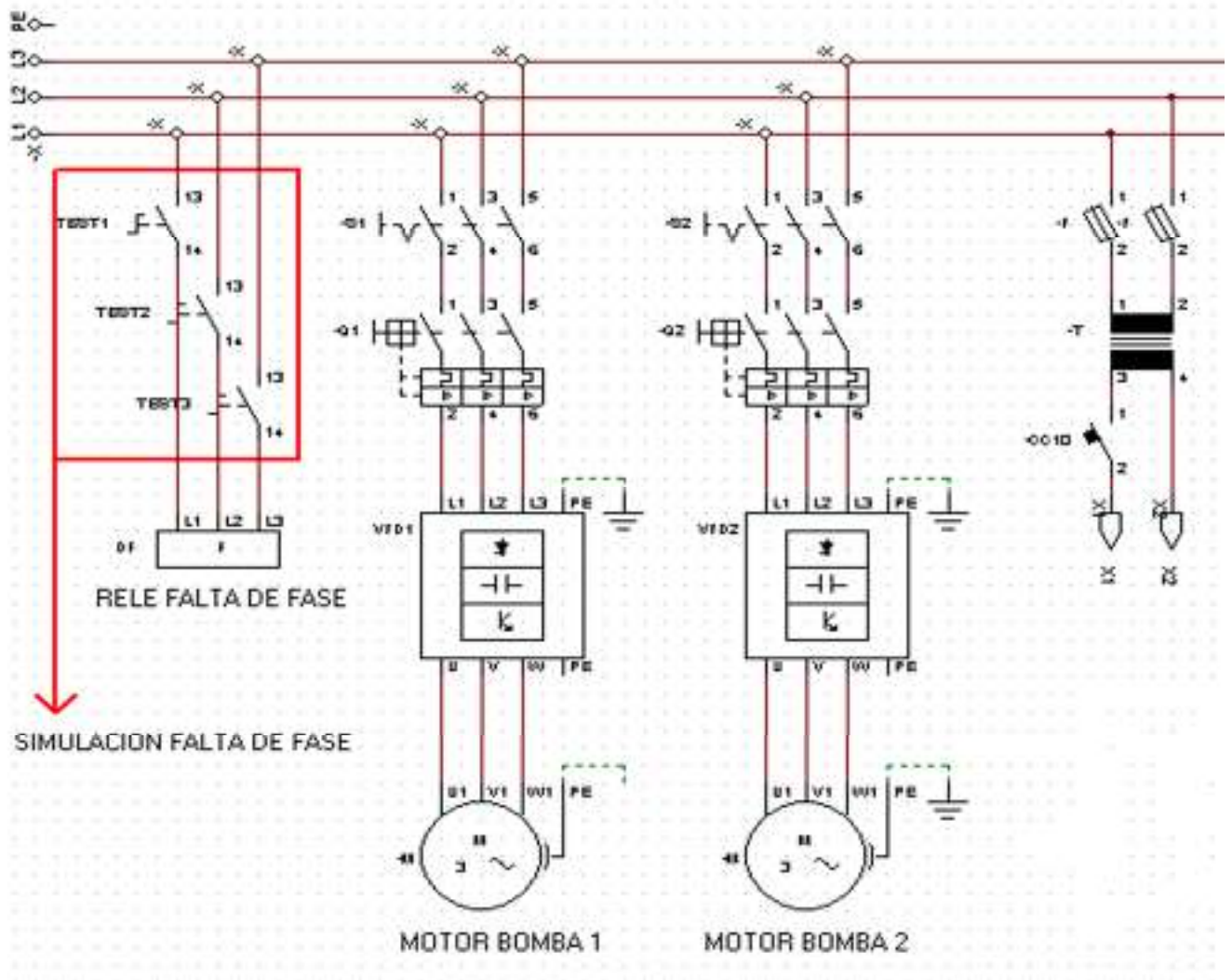
Además, resulta fácil de modificar para añadir propiedades adicionales p. ej.,

- para constatar si se produce una combinación incorrecta de los sensores de nivel. Esto puede emplearse como señalización de fallo y/o para desconectar el automatismo.
- para garantizar que las bombas, después de arrancar, permanecen en marcha durante un tiempo mínimo (retardos adicionales de desconexión).

### 7.3 Programa en Logo Soft



### Diagrama de fuerza



Otra alternativa de solución

---

Sistema de control de presión de agua, es una estación de bombeo que controla la presión de agua extraída de un tanque e impulsada a través de tuberías, la cual es utilizada para servicios varios dentro de una instalación industrial.

La presión de trabajo es de 45 PSI, si esta presión excede los 60 PSI por al menos un tiempo de 20 seg, un interruptor de presión y un relé temporizador detiene el funcionamiento de los variadores de frecuencia.

Un relé de protección por falta de fase es el encargado del monitorea del estado de tres fases que alimentan la estación de bombeo, si ocurriera un fallo, desbalance o secuencia incorrecta de estas, pasa a estado OFF los variadores.

Los dos variadores son controlados, cada uno por un transductor de presión que mide la presión de salida del proceso y envía su señal análoga de 4 – 20 mA a los variadores.

Un interruptor de tres posiciones, se utiliza para seleccionar la forma de trabajo, existen tres modos de trabajo, el primero solo el motor 1, el segundo solo el motor 2 y el tercer método de trabajo es en automático.

El método de arranque automático cualquiera de los dos motores puede arrancar, si el primer variador que arranca falla automáticamente el otro motor arrancara, si por alguna razón este llega a falla el sistema se enclava hasta que el operario llegue normalice la falla y de un Reset.

Un interruptor de paro impide que los variadores arranquen y en funcionamiento al ser accionado estos se detendrán.

Un pulsador de Reset normaliza el estado de alta presión, y el enclavamiento por la falla de ambos variadores, y la sirena de alarma.

---

## **VIII. Conclusiones**

Para realizar las pruebas de funcionamiento previo a su instalación se realizo un programa en el software logo soft para su respectiva simulacion , tambien se diseño el diagrama de fuerza y de de control que forman parte del sistema automatizado y a través del cual se realizaron ajustes al controlador y cambios en las restricciones, brindando así un sistema apropiado para ser instalado o adaptado.

Se logro describir el funcionamiento y los elementos principales de un sistema bombeo y sus tipos de bombas.

Ademas se utilizo el software logosoft comfort para elaborar el programa del diseño de control de presión de agua y simularlo.

Tambien se estudio el Relé programable RC 230 y sus principales características y aplicaciones.

## **IX. Bibliografía**

1. Chapman, Stephen J. Máquinas Eléctricas. McGraw-Hill. 2005.

- 
2. SISTEMAS HIDRONEUMÁTICOS DE CENTROAMÉRICA. Manual de Procedimiento para el Cálculo y Selección de Sistemas Hidroneumáticos y de Bombeo. México: 1998. 201 p.
  3. KARASSIK Igor; CARTER, Roy. Bombas Centrifugas, selección, operación y mantenimiento. México: Continental, 1967. 560 p.
  4. Manual del Curso PLC LOGO de SIEMENS edición 2013.
  5. WEG, Equipamientos Eléctricos S.A. División WEG COLOMBIA LTDA, arrancadores suaves manual en español, texto web, [Consulta: 22-10-2017], [en línea], Bogotá, Colombia, [www.weg.net/co.<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-automatizacion-arrancadores-suaves-50024195-catálogo-espanol.pdf>](http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-automatizacion-arrancadores-suaves-50024195-catálogo-espanol.pdf).
  6. MENAUGHTON, Kenneth. Bombas: Selección y Mantenimiento. 1ra. Ed. México: McGraw – Hill, 1990. 710 p.
  7. ROLDÁN VILORIA José. Motores Eléctricos Automatismos de Control. Editorial Paraninfo. Madrid. 1989.
  8. O. P. d. I. Salud, «Guías para el Diseño de Estacion de Bombeo de Agua Potable,» Lima, 2005. Recuperado de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/023\\_Disenostaciones\\_bombeo/Diseño%20estación%20de%20bombeo.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/023_Disenostaciones_bombeo/Diseño%20estación%20de%20bombeo.pdf)